

대한민국 특허청
KOREAN INDUSTRIAL
PROPERTY OFFICE

JCS67 U.S. PRO
09/912358
07/26/01

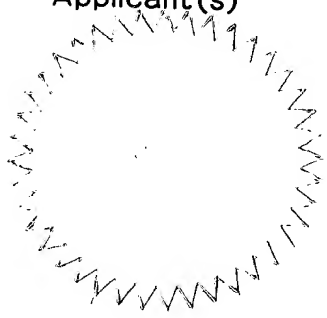
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Industrial
Property Office.

출원 번호 : 특허출원 2000년 제 46825 호
Application Number

출원 년 월 일 : 2000년 08월 12일
Date of Application

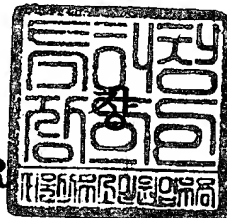
출원인 : 한국과학기술원
Applicant(s)



2001 01 18
년 월 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2000.08.12
【발명의 명칭】	4 단자 파장선택 광경로 설정기
【발명의 영문명칭】	4-port wavelength selective router and add/drop module
【출원인】	
【명칭】	한국과학기술원
【출원인코드】	3-1998-098866-1
【대리인】	
【성명】	이종일
【대리인코드】	9-1998-000471-4
【포괄위임등록번호】	2000-039220-2
【대리인】	
【성명】	조희연
【대리인코드】	9-2000-000220-0
【포괄위임등록번호】	2000-039231-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이창희
【성명의 영문표기】	LEE, Chang Hee
【주민등록번호】	610923-1657711
【우편번호】	305-345
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 한울아파트 110동 102호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김현덕
【성명의 영문표기】	KIM, Hyun Deok
【주민등록번호】	700502-1768715
【우편번호】	711-880
【주소】	대구광역시 달성군 유가면 유곡1리 272
【국적】	KR

【발명자】

【성명의 국문표기】

오태원

【성명의 영문표기】

OH, Tae Won

【주민등록번호】

730718-1772313

【우편번호】

704-342

【주소】

대구광역시 달서구 송현2동 1910-45번지

【국적】

KR

【발명자】

【성명의 국문표기】

신정훈

【성명의 영문표기】

SHIN, Jeong Hun

【주민등록번호】

751022-1768218

【우편번호】

711-840

【주소】

대구광역시 달성군 옥포면 간경리 490

【국적】

KR

【발명자】

【성명의 국문표기】

조윤희

【성명의 영문표기】

CHO, Yun Hee

【주민등록번호】

760730-2017611

【우편번호】

140-211

【주소】

서울특별시 용산구 한남1동 568-228

【국적】

KR

【심사청구】

청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인

이종일 (인) 대리인

조희연 (인)

【수수료】

【기본출원료】

20 면 29,000 원

【가산출원료】

45 면 45,000 원

【우선권주장료】

0 건 0 원

【심사청구료】

25 항 909,000 원

【합계】

983,000 원

【감면사유】

정부출연연구기관

【감면후 수수료】

491,500 원

【요약서】

【요약】

본 발명은 4단자 파장선택 광경로 설정기 및 그를 이용한 양방향 애드/드롭 장치에 관한 것으로서, 더 상세하게는 양방향 광전송장치의 성능을 제한하는 주요인인 다중 반사광을 억제하고 양방향으로 진행하는 광신호를 효과적으로 분리하거나 결합할 수 있는 4단자 파장선택 광경로 설정기 및 그를 이용한 양방향 애드/드롭 장치에 관한 것으로,

4단자(1,2,3,4)로 구성되어 3개의 단자쌍((1,2),(2,3),(3,4)) 사이에 광파의 연결 통로가 존재하며, 하나 또는 파장이 다른 둘 이상의 광파로 구성된 한 그룹(A그룹)의 광파와 이를 제외한 하나 또는 파장이 다른 둘 이상의 광파로 구성된 다른 한 그룹(B그룹)의 광파가 양방향으로 진행할 때, 단자(2)에는 A그룹의 광파가 입력되고 B그룹의 광파가 출력되며, 단자(3)에는 B그룹의 광파가 입력되고 A그룹의 광파가 출력되며, 단자(2)와 단자(3) 사이에는 단자(2)로 입력된 A그룹의 광파만 단자(3)로 전달되고, 반대방향으로 전달되는 광파가 차단되며, 단자(1)와 단자(2) 사이와, 단자(3)와 단자(4) 사이는 B그룹 또는 A 및 B그룹의 모든 광파가 전달되지만, 단자(1)와 단자(2) 사이와, 단자(3)와 단자(4) 사이는 동시에 A 및 B그룹의 모든 광파가 전달되지 않으며, 단자(1)와 단자(2) 사이와, 단자(3)와 단자(4) 사이에는 양방향 광파가 전달되지만, 둘 중 하나는 적어도 단자(1)에서 단자(2) 또는 단자(3)에서 단자(4)의 방향으로만 광파가 전달됨을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광경로 설정기 및 그를 이용한 양방향 애드/드롭 장치이다.

【대표도】

도 5

【색인어】

광경로설정기, 다중반사억제수단, 광써클레이터, 편광분리기, 파장선택필터, 파장선택결합기, 양방향광전송장치, 양방향광증폭기, 애드/드롭장치.

【명세서】

【발명의 명칭】

4단자 파장선택 광경로 설정기 {4-port wavelength selective router and add/drop module}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 파장분할 다중방식 양방향 광전송장치의 일 예시도,

도 2, 도 3은 파장분할 다중방식 양방향 광전송장치에서의 파장할당 방법을 나타내는 도면,

도 4는 종래 파장분할 다중방식 양방향 광전송장치에 사용되는 애드/드롭 장치 구성도,

도 5는 본 발명에 따른 광경로 설정기의 구조도,

도 6은 도 5를 이용한 다중반사 억제 예시도,

도 7은 본 발명에 따른 광경로 설정기의 일 실시 예시도,

도 8, 도 9, 도 10은 도 7의 단자 1에 입사되는 광파의 진행경로 및 편광을 각각 x, y, z 방향에서 바라본 상태도,

도 11, 도 12, 도 13은 도 7의 단자 2에 입사되는 광파의 진행경로 및 편광을 각각 x, y, z 방향에서 바라본 상태도,

도 14는 도 7의 단자 3에 입사되는 광파의 진행경로를 y 방향에서 바라본 상태도,

도 15는 도 7의 단자 4에 입사되는 광파의 진행경로를 y 방향에서 바라본 상태도,

도 16, 도 17은 도 7의 파장선택 필터에 의해 반사되는 광파의 진행경로 및 편광을 x 방향에서 바라본 상태도,

도 18은 도 7에 사용되는 파장선택 필터의 일 실시예 및 특성도,

도 19는 도 7에 사용되는 파장선택 필터의 다른 실시예 및 특성도,

도 20 내지 도 22는 본 발명에 따른 광경로 설정기의 다른 실시 예시도 및 특성도,

도 23 내지 도 26은 본 발명에 따른 광경로 설정기의 여러 실시 예시도,

도 27은 본 발명에 따른 광경로 설정기를 이용하여 구현된 양방향 광증폭기의 일 예시도,

도 28은 본 발명에 따른 광경로 설정기를 이용하여 구현된 파장분할 다중방식 양방향 광전송장치용 애드/드롭 장치의 일 예시도.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

4pr : 광경로 설정기 10 : 광섬유

12 : 박막 14 : AR 코팅

16a, 16b : 유전체 코팅 BA : 광증폭기

BC1, BC2, BC3, BC4 : 편광분리기 Cir, Cir1 : 광 써클레이터

D : 역다중화기 Fil1, Fil2 : 광필터

FR1, FR2 : 비가역편광 회전자 M : 다중화기

Re : 수신단 RR1, RR2 : 가역편광 회전자

RX : 수신기 Sw : 광스위치

Tr : 송신단 TX : 송신기

WF : 파장선택 필터 WF1,WF2,WF3 : 필터

WSC,WSC1 : 파장선택 결합기 Iso1,Iso2 : 광단향관

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<30> 본 발명은 4단자 파장선택 광경로 설정기 및 그를 이용한 양방향 애드/드롭 장치에 관한 것으로서, 더 상세하게는 양방향 광전송장치의 성능을 제한하는 주요인인 다중 반사광을 억제하고 양방향으로 진행하는 광신호를 효과적으로 분리하거나 결합할 수 있는 4단자 파장선택 광경로 설정기 및 그를 이용한 양방향 애드/드롭 장치에 관한 것이다.

<31> 일반적으로 광통신 및 광 네트워크에서는 하나의 광섬유를 통해 둘 이상의 광파들을 서로 반대방향으로 전달하는 양방향 광전송 기술이 자주 이용된다.

<32> 양방향 광전송장치는 공간적으로 분리된 두 지점사이를 연결하는 하나의 광섬유를 통해 양방향으로 신호를 전달할 수 있으므로 광섬유 사용효율 증가와 비용절감을 가져온다.

<33> 초기의 양방향 광전송장치는 광섬유의 색분산이 작은 $1.3 \mu\text{m}$ 파장대역과 손실이 작은 $1.5 \mu\text{m}$ 파장대역의 광신호를 양방향으로 전달하여 하나의 광섬유로 양방향통신이 가능하도록 하였다.

<34> 광증폭기를 사용하는 현재의 파장분할 다중방식 양방향 광전송장치에서는 광증폭기의 이득대역 내에서 파장의 다른 여러 광신호들을 다중화하여 양방향으로 전달하게 되므로 전송용량을 더욱 증가시킬 수 있다.

<35> 도 1은 종래 파장분할 다중방식 양방향 광전송장치의 한 예시도로서 양방향 광전송 장치의 각 단말에는 파장분할 다중화된 광신호들을 송신하기 위한 송신단(Tr)과 광신호들을 수신하기 위한 수신단(Re)이 설치되고, 상대 단말에서 전송되어 온 광신호들(수신되는 광신호들)과 상대 단말로 전달될 광신호들(송신되는 광신호들)을 분리/결합하기 위한 광 써큘레이터(Cir)가 설치되며, 광섬유(10) 중간 중간에는 광증폭기(BA)가 설치된다.

<36> 이러한 파장분할 다중방식 양방향 광전송장치에서 서로 반대방향으로 진행할 광신호의 파장을 할당하는 방식은, 대역분할 방식과 파장교대 방식으로 나눌 수 있으며, 도 2에서와 같이 대역분할 방식은 같은 방향으로 전달되는 광신호의 파장을 서로 인접하도록 배치하는 반면, 반대 방향으로 진행할 광신호의 파장을 서로 다른 대역에 놓이게 하는 방법이다.

<37> 도 3에서와 같이 파장교대 방식은 반대방향으로 진행할 광신호의 파장을 서로 인접하도록 교대로 배치하여 양방향으로 진행하는 광신호의 파장이 서로 엇갈리게 하는 방식이다.

<38> 이와 같이 서로 반대 방향으로 진행하는 광파의 파장을 달리하면 단순반사에 의한 반사잡음을 제거할 수 있다.

<39> 즉, 특정방향으로 진행하는 광파가 광섬유(10)나 광소자 등에서 반사되어 반대방향으로 진행하는 광파와 합쳐지더라도 최종 수신단(Re)에서 다중화된 신호로부터 각 신호를 분리하기 위해 사용되는 대역통과 필터에 의해 반사광이 제거된다.

<40> 그러나 광섬유(10)나 광소자 등에서 다중반사가 발생하면 다중반사에 의해 첨가되

는 반사광은 신호광의 파장과 동일하므로 최종 수신단(Re)의 대역통과 필터에 의해 제거되지 않는다.

<41> 예를 들어, 도 1에 나타난 바와 같이 광섬유(10)에서 반사된 신호는 광증폭기(BA)에 의해 증폭된 후 반대방향을 진행하다가 다른 광섬유(10)에서 다시 반사된 후 다시 증폭되어 진행하던 신호와 합쳐질 수 있다.

<42> 이 경우, 다중반사되어 첨가되는 광파의 파장은 원 신호의 파장과 동일하므로 수신단(Re)의 대역통과 필터에서 제거되지 않고, 수신기 감도를 저하시키게 된다.

<43> 특히, 전송거리가 증가하여 사용되는 광섬유(10)와 광증폭기(BA)의 수가 증가하면 다중반사광이 누적되어 수신기 감도를 더욱 저하시킨다.

<44> 따라서 양방향 광전송장치에서는 이러한 다중반사의 누적을 방지할 수 있는 수단이 필요하다.

<45> 한편, 일반적인 파장분할 다중방식 광전송장치에서는 두 단말사이의 중간지점인 노드에서 광섬유(10)를 통해 진행하는 광파를 분리하거나 결합할 필요가 있다.

<46> 예를 들어 두 단말사이의 노드에서 두 단말로부터 전송되어온 신호들 중 일부를 수신하거나 두 단말로 신호를 송신하고자 할 경우, 다중화되어 진행되는 광신호를 각 파장별로 분리하여 드롭(drop)하거나 애드(add)해야 한다.

<47> 단방향 전송장치에서 주로 사용되는 일반적인 애드/드롭 모듈을 이용하여 우측에서 좌측으로 진행되는 신호를 애드/드롭하기 위한 장치는 도 4와 같다.

<48> 이 경우, 단방향 전송장치와 달리 양방향으로 진행되는 신호를 분리/결합하기 위해 두 개의 광 써큘레이터(Cir)를 사용하였다.

- <49> 우측에서 좌측으로 진행하는 광파는 먼저 광 써큘레이터(Cir)에 의해 좌측에서 우측으로 진행하는 광파와 분리되고, 광 써큘레이터(Cir)의 출력단에 결합된 역다중화기(D)로 입력되어 각 파장별로 분리된다.
- <50> 파장별로 분리된 신호는 역다중화기(D)의 각 출력단에 하나씩 결합된 2 x 2 광스위치(Sw)의 한 입력단자로 입력되고, 광스위치(Sw)의 조작에 의해 광신호는 수신기(RX)와 연결된 광스위치(Sw)의 한 출력단자를 통해 드롭되거나 다른 출력단자를 통해 다중화기(M)의 입력단자로 전달된다.
- <51> 특정 광신호가 드롭될 경우, 노드에 설치되는 송신기(TX)와 연결된 광스위치(Sw)의 다른 한 입력 단자를 통해 동일한 파장의 광신호가 애드될 수 있으며, 애드된 광신호는 2 x 2 광스위치(Sw)를 통해 다중화기(M)의 입력단자로 전달된다.
- <52> 따라서 상기 다중화기(M)의 각 입력단자에는 노드에서 애드되거나 애드/드롭없이 광스위치(Sw)를 통과한 신호들이 입력되고 이 신호들은 다중화된 후 광 써큘레이터(Cir)를 거쳐 광섬유(10)로 전달된다.
- <53> 이와 같이 두 개의 광 써큘레이터(Cir)와 단방향 광전송 장치에 사용되는 일반적인 애드/드롭 모듈을 이용하여 파장분할 다중방식 양방향 광전송장치에 사용되는 애드/드롭 장치를 구현하면 도 4에 보인 바와 같이, 노드에서 애드/드롭 없이 통과하는 신호들의 경로를 따라 다중반사광이 신호에 첨가된다.
- <54> 따라서 양방향으로 전달되는 광신호를 경제적으로 애드/드롭할 수 있도록 하면서도 양방향 전송의 제한 요인이 되는 광섬유(10)와 광소자의 다중반사를 억제할 수 있는 소자가 필요하게 되었다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<55> 본 발명은 상술한 필요성에 의해 안출된 것으로서, 양방향 광전송장치의 성능을 제한하는 주요인인 다중반사광을 억제하고, 양방향으로 진행하는 광신호를 효과적으로 분리하거나 결합할 수 있는 4단자 파장선택 광경로 설정기 및 그를 이용한 양방향 애드/드롭 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

<56> 상술한 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 광파의 진행 방향과 파장에 따라 각 단자 사이의 광파 전달특성이 달라지는 4단자 파장선택 광경로 설정기 및 그를 이용한 양방향 애드/드롭 장치를 제공하고자 한다.

【발명의 구성 및 작용】

<57> 이하 본 발명을 첨부된 도면 도 5 내지 도 28을 참고로 하여 설명하면 다음과 같다.

<58> 본 발명에 따른 4단자 파장선택 광경로 설정기(4pr)는 하나 또는 파장이 다른 둘 이상의 광파들로 구성된 한 그룹(이하 A그룹)의 광파들과 상기 A그룹을 제외한 하나 또는 파장이 다른 둘 이상의 광파들로 구성된 다른 한 그룹(이하 B그룹)의 광파들이 하나의 광섬유를 통해 서로 반대방향으로 진행할 때 광파의 다중반사 억제와 효율적인 분리/결합을 위해 사용된다.

<59> 도 5에서 상기 4단자 파장선택 광경로 설정기(4pr)는 4개의 입력/출력 단자 (1,2,3,4)가 있고, 이에 따라 가능한 단자쌍의 조합은 모두 6개 ((1,2),(2,3),(3,4),(1,3),(2,4),(1,4))로서 이중 단자(1)와 단자(2), 단자(2)와 단자(3), 단자(3)와 단자(4)의 단자쌍 사이에는 광파의 연결경로가 있는 반면, 단자(1)와 단

자(3), 단자(2)와 단자(4), 단자(1)와 단자(4)의 단자쌍 사이에는 광파의 연결경로가 없다.

<60> 즉 3개의 단자쌍((1,2),(2,3),(3,4)) 조합 사이에는 광파의 연결경로가 존재하고, 3개의 단자쌍((1,3),(2,4),(1,4)) 조합 사이에는 연결경로가 없다.

<61> 상기 단자(2)에는 서로 반대방향으로 진행하는 하나 또는 파장이 다른 둘 이상의 광파들로 구성된 두 그룹(A그룹,B그룹)의 광파들이 입출력되고 단자(3)에는 단자(2)에 입력/출력되는 광파들과 동일한 파장의 광파들이 출력/입력된다.

<62> 이때 단자(2)와 단자(3)에 입력/출력되는 광파 그룹(A그룹,B그룹)을 분리하는 방법은 상술한 대역분할 방식이거나 파장교대 방식이다.

<63> 여기에서 단자(2)로 입력되는 광파들을 A그룹이라 가정하고, 출력되는 광파들을 B그룹이라고 가정하면, 각 단자(1,2,3,4) 사이에 구체적인 광파 전달특성은 다음의 원칙이 만족된다.

<64> 첫째, 단자(2)와 단자(3) 사이에는 단자(2)로 입력된 A그룹의 광파만 단자(3)로 전달되고 반대방향으로는 어떠한 광파도 전달될 수 없다.

<65> 둘째, 단자(1)와 단자(2), 단자(3)와 단자(4) 사이에는 B그룹 또는 A 및 B그룹의 모든 광파가 전달되지만, 단자(1)와 단자(2) 사이와 단자(3)와 단자(4) 사이에 동시에 A 및 B그룹 광파가 전달되지 않는다.

<66> 즉, 두 단자((1,2),(3,4)) 사이에 적어도 하나는 반드시 B그룹의 광파만 전달된다.

<67> 셋째, 단자(1)와 단자(2), 단자(3)와 단자(4) 사이에는 양방향으로 광파가 전달되지만, 단자(1)와 단자(2) 사이와 단자(3)와 단자(4) 사이에 동시에 양방향으로 광파가

전달되지 않는다.

<68> 즉, 적어도 둘 중 하나는 단자(1)에서 단자(2)로 또는 단자(3)에서 단자(4)의 한 방향으로만 광파가 전달된다.

<69> 예를 들어, 단자(1)에서 단자(2)로 또 단자(3)에서 단자(4)의 한 방향으로만 광파가 전달되거나, 단자(3)와 단자(4) 사이에 양방향 광파 전달이 가능하면 단자(1)와 단자(2) 사이에는 단자(1)에서 단자(2)로만 광파 전달이 가능하고, 단자(1)와 단자(2) 사이에 양방향 광파 전달이 가능하면 단자(3)와 단자(4) 사이에는 단자(3)에서 단자(4)로만 광파 전달이 가능하다.

<70> 넷째, 특정 단자(1,2,3,4)로 입력되는 광파들은 동시에 둘 이상의 단자(1,2,3,4)로 전달되지 않는다.

<71> 상기 특성을 갖는 구성 가능한 광경로 설정기의 모듈 종류와 광파의 전달특성이 표 1에 나타나 있다.

<72> 표 1에서 구성가능한 모듈은 모두 8개이고, 여기에서 X는 두 단자 사이에 어떠한 광파도 통과할 수 없음을 나타낸다.

<73>

【표 1】

구성 가능한 4단자 파장선택 광경로 설정기 모듈 종류와 광파의 전달특성표

입력	2	3	3	4	1	2
출력	3	2	4	3	2	1
모듈 #1	A	X	B	X	B	X
모듈 #2	A	X	B	X	B	B
모듈 #3	A	X	B	B	B	X
모듈 #4	A	X	B	X	A와B	X
모듈 #5	A	X	B	B	A와B	X
모듈 #6	A	X	A와B	X	B	X
모듈 #7	A	X	A와B	X	B	B
모듈 #8	A	X	A와B	A와B	B	X

<74> 표 1에 제시된 광파 전달특성을 만족하는 광경로 설정기는 각 단자(1,2,3,4) 사이를 연결하는 광파의 연결경로를 다양하게 구성하여 구현할 수 있는 것으로, 빛이 진행할 수 있는 광경로가 존재하는 자유공간, 광도파로, 광섬유 등이 그 것이다.

<75> 표 1의 1번 모듈을 살펴보면, 단자(1)에서 단자(2)로는 B그룹의 광파가 전달되고, 단자(2)에서 단자(3)로는 A그룹의 광파가 전달되고, 단자(3)에서 단자(4)로는 B그룹의 광파가 전달되며, 나머지 단자들 사이에는 광파가 전달되지 않음을 나타낸다.

<76> 계속하여 표 1의 8번 모듈을 살펴보면, 단자(1)에서 단자(2)로는 B그룹의 광파가 전달되고, 단자(2)에서 단자(3)로는 A그룹의 광파가 전달되고, 단자(3)에서 단자(4)로는 A와 B그룹의 광파가 전달되고, 단자(4)에서 단자(3)로는 A와 B그룹의 광파가 전달되며, 나머지 단자들 사이에는 광파가 전달되지 않음을 나타낸다.

<77> 도 6은 도 5에서 양방향으로 진행하는 광파의 다중반사 억제를 보여주는 예시도로써, 단자(1)와 단자(4)를 연결하고 단자(2)와 단자(3)에 각각 양방향으로 진행하는 광파들이 입출력될 경우, 단자(2)에서 단자(3)로 전달되는 광파 그룹은 단자(3)에서 단자(2)로 전달될 수 없고, 단자(3)에서 단자(2)로 전달될 수 있는 다른 광파 그룹은 단자(2)에

서 단자(3)로 전달될 수 없도록 구현된다.

<78> 상기 단자(1,2,3,4)들 사이의 광파 전달특성이 전달되는 광파의 파장과 진행 방향에 따른 다른 특징으로 인해 단자(2)와 단자(3)의 외부에 연결된 광섬유나 광소자 등에서 광반사가 발생하더라도 다중 반사가 억제된다.

<79> 도 7은 본 발명에 따른 광경로 설정기(4pr)의 한 실시예를 나타낸 것이다.

<80> 상기 광경로 설정기는 이방성 결정(Birefringence Crystal)을 이용한 편광분리기(BC1,BC2,BC3,BC4), 가역편광 회전자(RR1,RR2), 패러데이 비가역편광 회전자(FR1,FR2), 파장선택 필터(WF)로 구성된다.

<81> 상기 편광분리기(BC1,BC4)는 각 단자(1,2,3,4)를 통해 입력되는 임의의 편광을 가진 광파를 z 축에 수직인(x 축 또는 y축에 평행한) 편광을 가진 두개의 광파로 분리하거나, z 축에 수직인 편광을 가진 두개의 광파를 하나로 결합하는 편광 분리/결합 수단이다.

<82> 편광분리기(BC2,BC3)는 입사되는 광파의 편광에 따라 x 축방향으로 변위를 초래하여 특정 단자로 입사된 광파가 출력될 단자를 결정하는 광경로 결정 수단이다.

<83> 즉, 상기 광경로 결정수단은 x축 방향에 평행한 편광을 가진 광파(이상파)는 x 축 방향으로 굴절 시키는 반면 y축 방향에 평행한 편광을 가진 광파(정상파)는 x 축방향의 굴절없이 통과시킨다.

<84> 상기 가역편광 회전자(RR1,RR2)는 회전 방향이 서로 반대인 두개의 회전자(PAR(Positive Angle Rotator),NAR(Negative Angle Rotator))의 결합으로 구성되는 데, 두개의 가역편광 회전자(RR1,RR2)는 회전 방향이 서로 반대이다.

- <85> 상기 가역편광 회전자(RR1,RR2)와 비가역편광 회전자(FR1,FR2)의 결합은 두개의 서로 쉐교(orthogonal)하는 편광 벡터를 서로 평행하게 하거나 두개의 서로 평행한 편광 벡터를 서로 쉐교하게 하는 편광 회전 수단이다.
- <86> 상기 파장선택 필터(WF)는 3개의 필터(WF1,WF2,WF3)의 결합으로 구현되는 데, x축 방향으로 최상단에 위치한 필터(WF1)는 단자(1)에서 단자(2)로 통과될 광파의 파장을 선택하고, 중간단에 위치한 필터(WF2)는 단자(2)에서 단자(3)로, 그리고 최하단에 위치한 필터(WF3)는 단자(3)에서 단자(4)로 통과될 광파의 파장을 선택한다.
- <87> 도 8 내지 도 10은 단자(1)에서 입사된 광파의 진행경로 및 편광을 각각 x,y,z 방향에서 바라본 상태를 나타낸 것으로, 단자(1)로 입사된 임의 편광을 가지는 광파는 편광 분리기(BC1)를 통과하면서 y-z 평면상에서 정상파와 이상파로 분리되고, 분리된 편광을 가진 두 광파는 각각 가역편광 회전자(PR1)를 지나면서 $+45^\circ$, -45° 회전하여 서로 편광이 평행하게 된다.
- <88> 또한 비가역편광 회전자(FR1)를 지나면서 서로 같은 방향으로 회전하여 편광이 y축에 평행하게 되고, 두번째 편광분리기(BC2)를 정상파로서 통과하므로 진행 경로가 바뀌지 않는다.
- <89> 따라서 두 편광분리기(BC2,BC3) 사이의 필터(WF1)를 지나게 되고, 상기 필터(WF1)를 통과한 광파는 편광분리기(BC3)를 정상파로서 통과한 후, 가역편광 회전자(RR2)와 비가역편광 회전자(FR2)를 통과한다.
- <90> 이때 두 광파는 서로 직각의 편광을 가지게 되며, 네번째 편광분리기(BC4)를 통과하면서 두 편광의 광파가 합쳐져 단자(2)로 전달된다.

- <91> 동일한 원리로 도 11 내지 도 13은 단자(2)에서 입사된 광파가 진행하는 광경로와 편광을 각각 x, y, z 방향에서 바라본 상태를 나타낸 것으로, 상기 단자(1)에서 입사한 경우와 동일한 원리로 광파가 네번째 편광분리기(BC4), 비가역편광 회전자(FR2), 가역편광 회전자(RR2)를 통과하게 되는데, 가역편광 회전자(RR2)를 통과한 광파의 편광은 x 축 방향에 평행하게 되고 이상과로서 세번째 편광 분리기(BC3)에 입력된다.
- <92> 따라서 상기 편광분리기(BC3)에서 x 축 방향으로 굴절된 후 필터(WF2)를 지나게 된다.
- <93> 필터(WF2)를 통과한 광파는 다시 두번째 편광분리기(BC2)에서 x 축 방향으로 굴절된 후, 비가역편광 회전자(FR1)와 가역편광 회전자(RR1)를 지나면서 서로 직각인 편광을 가지게 되고, 첫번째 편광분리기(BC1)에서 합쳐져 단자(3)로 전달된다.
- <94> 단자(3)에 입사된 광파는 y - z 평면 상에서 단자(1)에 입사된 광파와 동일한 편광상태를 가지고 전달되지만, 도 14에서 나타낸 바와 같이 입사된 x 축 상에서 위치가 다르기 때문에 필터(WF3)를 통과하여 단자(4)로 전달된다.
- <95> 단자(4)에 입사된 광파는 세번째 편광분리기(BC3)까지는 y - z 평면 상에서 단자(2)에 입사된 광파와 동일한 편광상태를 가지고 전달되지만 도 15에 나타낸 바와 같이 입사된 x 축 상의 위치가 다르기 때문에 세번째 편광분리기(BC3)에서 굴절되어 소멸된다.
- <96> 상기 실시예에서 세 개의 필터(WF1, WF2, WF3)가 결합된 파장선택 필터(WF)는 각 단자(1, 2, 3, 4) 사이에 전달될 광파의 파장을 선택하는 역할을 하게 되고, 각 필터(WF1, WF2, WF3)는 특정 단자들 사이에 전달될 파장의 광파는 통과시키지만 차단할 광파들은 반사하거나 감쇄시킨다.

- <97> 도 16, 도 17은 단자(1)와 단자(2)로 입사된 광파가 파장선택 필터(WF)에 의해 반사되는 경우 진행경로와 편광상태를 x축 방향에서 바라본 것으로서, 단자(1)에 입사되어 파장선택 필터(WF)의 필터(WF1)에서 반사되는 광파는 입사되는 광파와 동일한 편광상태로 두번째 편광분리기(BC2)를 통과하지만 비가역편광 회전자(FR1)와 가역편광 회전자(RR1)를 지나면서 입사되는 광파와는 90°다른 편광상태를 가지고 첫번째 편광분리기(BC1)로 입사된다.
- <98> 따라서 도 16에서와 같이 두 광파가 흩어져 소멸된다.
- <99> 단자(2)에 입사되어 파장선택 필터(WF)의 필터(WF2)에 반사되는 광파도 입사되는 광파와 동일한 편광상태로 세번째 편광분리기(BC3)를 통과하지만, 가역 회전자(RR2)와 비가역 회전자(FR2)를 지나면서 입사되는 광파와는 90°다른 편광상태를 가지고 네번째 편광 분리기(BC4)로 입사된다.
- <100> 따라서 도 17에서와 같이 두 광파가 흩어져 소멸된다.
- <101> 단자(3)에 입사되어 필터에서 반사되는 광파도 단자(1)에 입사된 광파와 동일한 원리로 소멸된다.
- <102> 따라서 본 발명에 따른 광경로 설정기(4pr)에서는 파장선택 필터(WF)에서 광파가 반사되더라도 어떠한 단자(1,2,3,4)로도 출력되지 않으므로 역반사가 존재하지 않는다.
- <103> 상기 파장선택 필터(WF)를 구성하는 필터(WF1,WF2,WF3)의 x축 방향 길이는 편광 분리기(BC2,BC3)의 z축 방향의 길이에 의해 결정되는 것으로, 단자(1)에서 단자(2)로 전달되는 광파는 필터(WF1)를 +z축 방향으로, 단자(2)에서 단자(3)로 전달되는 광파는 필터(WF2)를 -z축 방향으로, 단자(3)에서 단자(4)로 전달되는 광파는 필터(WF3)를 +z축 방향

으로 통과하는 데, 상기 두번째와 세번째 편광 분리기(BC2,BC3)의 z축 방향의 길이가 정해지면 x축 방향 길이는 이러한 광경로 설정될 수 있도록 조절되어야 한다.

<104> 본 발명에 따른 파장선택 필터(WF)는 다양한 방법으로 구현할 수 있는 바, 양방향으로 진행되는 광파의 파장을 배치하는 방식에 따라 필터(WF1,WF2,WF3)도 달라진다.

<105> 도 18은 파장교대 방식 양방향 광전송에 사용할 수 있는 광경로 설정기(4pr)를 구현할 경우, 요구되는 필터의 특성을 나타낸 것으로, 이 경우 파장선택 필터는 페브리-패롯 에탈론 필터나 이방성 결정 등을 이용하여 구현할 수 있는 콤(Comb) 필터인데 필터(WF1)와 필터(WF3)는 동일한 광파 통과 특성을 갖고, 필터(WF2)는 이들과 동일한 통과대역 반복주기를 갖지만 통과 파장이 반복 주기의 1/2만큼 이동되어 있다.

<106> 각 필터의 통과대역과 일치하는 파장의 광파는 각 필터를 통과하는 반면, 이를 제외한 파장의 광파들은 반사될 수 있는데, 각 필터에서 광파들이 반사되더라도 상기한 제한된 소자의 특성으로 인해 반사된 광파는 광경로 설정기(4pr)의 어떠한 단자로도 출력되지 않고 도 16, 도 17에서와 같이 소멸된다.

<107> 도 18의 구현에 의한 단자(1,2,3,4) 사이의 광파 전달특성은 표 1의 1번 모듈과 동일한데, 필터(WF1,WF2,WF3)를 교체하거나 제거함으로써 다른 광파 전달특성을 갖는 다른 모듈들도 구현이 가능하다.

<108> 예를 들어 필터(WF1)를 사용하지 않으면 모든 광파가 단자(1)에서 단자(2)로 전달되므로 표 1의 4번 모듈과 동일한 광파 전달특성을 갖고, 필터(WF3)를 사용하지 않으면 표 1의 6번 모듈과 동일한 광파 전달특성을 갖는다.

<109> 대역분할 방식 양방향 전송에 사용가능한 광경로 설정기(4pr)는 상기의 구성에서

필터(WF1,WF2,WF3)를 교체함으로써 구현이 가능하다.

<110> 도 19는 박막 유전체 코팅된 필터를 이용하여 표 1의 1번 모듈을 구현한 예로서 박막(12)의 한면은 AR 코팅(14)을 하고, 다른 한면은 x축 방향으로 3등분하여 반사대역(통과대역)이 다르도록 유전체 코팅(16a,16b)을 한다.

<111> 이 경우, 하나의 박막(12) 위에 3개의 필터(WF1,WF2,WF3)가 제작될 수 있는 데, 각 필터(WF1,WF2,WF3)를 별도로 제작하여 결합할 수도 있다.

<112> 상기의 유전체 박막 코팅은 통과되지 않을 파장의 광파만 선택적으로 반사하고 반사대역 밖의 광파들은 통과시키는데 필터들에 의해 반사되는 광파는 도 16, 도 17에서와 같이 소멸된다.

<113> 도 7의 실시예는 편광에 무관한 4단자 광 써큘레이터의 일 예(USA patent number. 5,204,711)에서 경로 결정 수단으로 사용되는 이방성 결정을 z축 방향으로 두 개의 편광 분리기(BC2,BC3)로 분리한 후, 둘 사이에 파장선택 필터(WF)를 삽입하여 구성한 것이다.

<114> 일반적인 4단자 광 써큘레이터에서 각 단자에 입력되는 광파는 이방성 결정을 이용한 첫번째 편광 분리/결합 수단, 가역편광 회전자와 비가역편광 회전자의 결합으로 구현되는 첫번째 편광 회전 수단, 이방성 결정을 이용한 편광분리기로 구현되는 하나의 경로 결정 수단, 가역편광 회전자와 비가역편광 회전자의 결합으로 구현되는 두번째 편광 회전 수단, 이방성 결정을 이용한 두번째 편광 분리/결합 수단을 거쳐 다른 단자로 전달된다.

<115> 상기 두개의 편광 분리/결합 수단은 입사되는 하나의 광파를 서로 쇄교하는 편광 상태를 가진 두 개의 광파로 분리하고 다른 경로에서 입사된 쇄교하는 편광상태를 가진

두개의 광파를 하나의 광파로 결합한다.

<116> 상기 두개의 경로 결정 수단은 입사되는 광파의 편광상태와 전파 방향에 따라 광파의 진행 경로를 달리한다.

<117> 상기 두개의 편광 회전 수단은 두개의 쇄교하는 편광 벡터를 서로 평행하게 하거나 두개의 서로 평행한 편광 벡터를 서로 쇄교하게 한다.

<118> 이러한 구조의 광 써큘레이터에서 첫번째와 두번째 편광 회전 수단 사이에 경로 결정 수단으로 사용되는 이방성 결정을 광파의 진행방향에 따라 2개로 분리한 후 파장선택 필터(WF)를 삽입하면 도 7의 광경로 설정기(4pr)를 구현할 수 있는 것이다.

<119> 상기 각 수단의 구성을 살펴보면, 상기 첫 번째와 두 번째 편광 분리/결합 수단으로 사용되는 두 이방성 결정의 이상파의 워크-어프(walk-off) 방향은 서로 평행하고 광파의 진행방향과 직각이며, 상기 경로 결정 수단으로 사용되는 이방성 결정의 이상파의 워크-어프 방향은 상기 편광 분리/결합 수단에서의 이상파 워크-어프 방향과 수직이며 광파의 진행방향과 수직하도록 배치되며, 상기 편광 회전 수단은 입사광의 전파 방향에 따라 배치된 가역편광 회전자와 비가역편광 회전자로 구성되어 가역편광 회전자는 회전 방향이 서로 반대인 두개의 회전자(PAR, NAR)로 구성된다.

<120> 또한 상기 파장선택 필터(WF)는 상기 경로 결정 수단에서의 이상파의 워크-어프 방향과 평행한 방향 통과대역이 다른 필터의 결합으로 구성된다.

<121> 본 발명에 따른 광경로 설정기(4pr)는 종래의 소자들을 결합하여 구현할 수도 있는데, 도 20은 종래의 3단자 광 써큘레이터(Cir)와 파장선택 결합기(WSC, (Wavelength Selective Combiner))를 결합하여 구현한 실시예를 나타낸다.

- <122> 즉 하나의 입력(a), 출력(c), 입/출력 단자(b)를 가진 하나의 광 써큘레이터(Cir)와, 두개의 입력/출력 단자(d,f)와 하나의 공통 입/출력 단자(e)를 가진 하나의 파장선택 결합기(WSC)로 구성된다.
- <123> 그 연결은 상기 광 써큘레이터(Cir)의 입력 단자(a)는 단자(1)에, 상기 광 써큘레이터(Cir)의 입/출력 단자(b)는 단자(2)에, 상기 광 써큘레이터(Cir)의 출력단자(c)는 상기 파장선택 결합기(WSC)의 한 입/출력 단자(d)에, 상기 파장선택 결합기(WSC)의 공통 입/출력 단자(e)는 단자(3)에 연결되고, 상기 파장선택 결합기(WSC)의 다른 한 입력/출력 단자(f)는 단자(4)에 연결되어, 양방향으로 진행하는 광파의 다중반사를 억제하고 광파의 분리/결합을 행한다.
- <124> 상기의 경우에 각 단자(1,2,3,4) 사이의 광파 전달 특성은 표 1의 5번 모듈과 같다.
- <125> 상기 광 써큘레이터(Cir)의 입력단자(a)로 입력되는 광파는 입/출력 단자(b)로 출력되고, 입/출력 단자(b)로 입력되는 광파는 출력 단자(c)로 출력될 수 있는 반면, 나머지 단자들 사이에는 광파 전달이 차단된다.
- <126> 상기 파장선택 결합기(WSC)로는 두개의 입력/출력 단자(d,f)와 하나의 공통 입/출력 단자(e)를 가진 파장 다중화기(Wavelength Division Multiplexer)와 파장교대 분리/결합기(Wavelength interleaver)의 두가지의 종류가 사용되는 데, 도 21은 파장 다중화기의 경우에 있어서 광파 전달 특성이다.
- <127> 상기 공통 입/출력 단자(e)와 한 입력/출력 단자(d) 사이에 특정 파장 대역의 광파들이 양방향으로 전달되고, 공통 입/출력 단자(e)와 다른 한 입력/출력 단자(f) 사이에

는 이를 제외한 다른 파장 대역의 광파들이 양방향으로 전달된다.

<128> 즉 상기 파장 다중화기는 두개의 입력/출력 단자(d,f)로 입력되는 서로 다른 파장을 가진 광파들을 하나의 공통 입/출력 단자(e)로 결합하거나, 공통 입/출력 단자(e)로 입력되는 서로 다른 파장의 광파들을 두개의 입력/출력 단자(d,f)로 분리한다.

<129> 도 22는 파장 교대 분리/결합기의 경우에 있어서 광파 전달 특성으로, 공통 입/출력 단자(e)와 한 입력/출력 단자(d) 사이의 통과 대역이 특정 주기를 갖고 반복되며, 공통 입/출력 단자(e)와 다른 한 입력/출력 단자(f) 사이의 통과 대역도 동일한 주기를 갖지만, 그 절대값이 주기의 반만큼 다를 수 있다.

<130> 즉 상기 파장 교대 분리/결합기는 두개의 입력/출력 단자(d,f)로 입력되는 서로 다른 파장의 인접한 파장들을 하나의 공통 입/출력 단자(e)로 결합하거나, 공통 입/출력 단자(e)로 입력되는 파장들을 파장이 인접한 광파별로 교대로 두 그룹의 광파로 구분하여 두개의 입력/출력 단자(d,f)로 분리한다.

<131> 도 20의 광 써큘레이터(Cir)는 하나의 파장선택 결합기(WSC1)와 두개의 광단향관(Iso1,Iso2)으로 대체하여 도 23에서와 같이 광경로 설정기(4pr)를 구현할 수 있다.

<132> 즉 도 23의 광경로 설정기(4pr)는 두개의 입력/출력 단자((d,f),(d'f'))와 하나의 공통 입/출력 단자(e,e')를 가진 두개의 파장선택 결합기(WSC,WSC1)와, 하나의 입력(g,g'), 출력 단자(h,h')를 가진 두개의 광단향관(Iso1,Iso2)으로 구성된다.

<133> 그 연결은 상기 광단향관(Iso2)의 입력 단자(g')는 단자(1)에, 광단향관(Iso2)의 출력 단자(h')는 파장선택 결합기(WSC1)의 한 입력/출력 단자(f')에, 상기 파장선택 결합기(WSC1)의 공통 입/출력 단자(e')는 단자(2)에, 상기 파장선택 결합기(WSC1)의 다른

입력/출력 단자(d')는 다른 광단향관(Iso1)의 입력 단자(g)에, 상기 광단향관(Iso1)의 출력 단자(h)는 다른 파장선택 결합기(WSC)의 하나의 입력/출력 단자(d)에, 상기 파장선택 결합기(WSC)의 공통 입/출력 단자(e)는 단자(3)에 연결되고, 상기 파장선택 결합기(WSC)의 다른 입력/출력 단자(f)는 단자(4)에 연결되어, 양방향으로 진행되는 광파의 다중반사를 억제하고 광파의 분리/결합을 행한다.

<134> 이 경우 각 단자(1,2,3,4) 사이의 광파 전달 특성은 표 1의 2번 모듈과 같다.

<135> 도 23에서 두번째 광단향관(Iso2)의 위치를 상기 파장선택 결합기(WSC)의 한 입력/출력 단자(f)와 단자(4) 사이에 삽입하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 광경로 설정기(4pr)를 도 24에서 처럼 구현할 수 있다.

<136> 즉 두개의 입력/출력 단자((d,f),(d'f'))와 하나의 공통 입/출력 단자(e,e')를 가진 두개의 파장선택 결합기(WSC,WSC1)와 하나의 입력(g,g'), 출력 단자(h,h')를 가진 두개의 광단향관(Iso1,Iso2)으로 구성되되, 그 연결은 하나의 파장선택 결합기(WSC1)의 입력/출력 단자(f')는 단자(1)에, 상기 파장선택 결합기(WSC1)의 공통 입/출력 단자(e')는 단자(2)에, 상기 파장선택 결합기(WSC1)의 입력/출력 단자(d')는 광단향관(Iso1)의 입력 단자(g)에, 상기 광단향관(Iso1)의 출력 단자(h)는 다른 파장선택 결합기(WSC)의 입력/출력 단자(d)에, 상기 파장선택 결합기(WSC)의 공통 입/출력 단자(e)는 단자(3)에, 상기 파장선택 결합기(WSC)의 입력/출력 단자(f)는 다른 광단향관(Iso2)의 입력 단자(g')에 연결되고, 상기 광단향관(Iso2)의 출력 단자(h')는 단자(4)에 연결되어, 양방향으로 진행되는 광파의 다중반사를 억제하고 광파의 분리/결합을 행한다.

<137> 이 경우 각 단자(1,2,3,4) 사이의 광파 전달 특성은 표 1의 3번 모듈과 같다.

- <138> 도 24의 파장선택 결합기(WSC)와 두개의 광단향관(Iso1,Iso2)을 하나의 광 써클레이터(Cir1)로 대체하여 도 25에서와 같이 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광경로 설정기(4pr)를 구현할 수 있다.
- <139> 즉 두개의 입력/출력 단자(d',f')와 하나의 공통 입/출력 단자(e')를 가진 하나의 파장선택 결합기(WSC1)와, 하나의 입력(a'), 출력(c'), 입/출력 단자(b')를 가진 하나의 광써클레이터(Cir1)로 구성된다.
- <140> 그 연결은 상기 파장선택 결합기(WSC1)의 한 입력/출력 단자(f')는 단자(1)에, 상기 파장선택 결합기(WSC1)의 공통 입/출력 단자(e')는 단자(2)에, 상기 파장선택 결합기(WSC1)의 다른 입력 출력 단자(d')는 광 써클레이터(Cir1)의 입력 단자(a')에, 상기 광 써클레이터(Cir1)의 입/출력 단자(b')는 단자(3)에 연결되고, 상기 광 써클레이터(Cir1)의 출력 단자(c')는 단자(4)에 연결되어, 양방향으로 진행되는 광파의 다중반사를 억제하고 광파의 분리/결합을 행한다.
- <141> 이 경우 각 단자(1,2,3,4) 사이의 광파 전달 특성은 표 1의 7번 모듈과 같다.
- <142> 도 23, 도 24, 도 25의 파장선택 결합기(WSC,WSC1)는 도 20의 파장선택 결합기(WSC)처럼 파장 다중화기거나 파장 교대 분할/결합기이다.
- <143> 도 20의 파장선택 결합기(WSC)를 하나의 광 써클레이터(Cir1)와 두개의 광필터(Fil1,Fil2)로 대체하여 도 26에 보인 바와 같이 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 광경로 설정기(4pr)를 구현할 수 있다.
- <144> 즉, 하나의 입력(a,a'), 출력(c,c') 입/출력 단자(b,b')를 가진 두개의 광 써클레이터(Cir,Cir1)와, 하나의 입력 단자(j,j')와 출력 단자(k,k')를 가지고 통과대역과 차

단대역이 다른 두개의 광필터(Fil1, Fil2)로 구성된다.

<145> 그 연결은 광 써클레이터(Cir)의 입력 단자(a)는 단자(1)에, 상기 광 써클레이터(Cir)의 입/출력 단자(e)는 단자(2)에, 상기 광 써클레이터(Cir)의 출력 단자(c)는 광필터(Fil1)의 입력 단자(j)에, 상기 광필터(Fil1)의 출력 단자(k)는 다른 광 써클레이터(Cir1)의 입력 단자(a')에, 상기 광 써클레이터(Cir1)의 입/출력 단자(b')는 단자(3)에, 상기 광 써클레이터(Cir1)의 출력 단자(c')는 다른 광필터(Fil2)의 입력 단자(j')에 연결되고, 상기 광필터(Fil2)의 출력 단자(k')는 단자(4)에 연결되어, 양방향으로 진행하는 광파의 다중반사를 억제하고 광파의 분리/결합을 행한다.

<146> 이 경우 각 단자(1,2,3,4) 사이의 광파 전달 특성은 표 1의 8번 모듈과 같다.

<147> 상기 광필터(Fil1, Fil2)는 특정대역의 광신호는 통과시키고 나머지 대역의 광신호는 차단하는 대역통과 필터이거나, 통과대역과 차단대역이 일정주기로 반복되며 통과대역과 차단대역의 파장의 주기의 반만큼 다른 콤(comb) 필터로서, 도 21와 도 22에 보인 통과 특성과 동일하다.

<148> 상기 광필터(Fil1, Fil2)는 한 광필터의 통과대역 및 차단대역이 다른 광필터의 차단대역 및 통과대역과 일치된다.

<149> 도 27은 본 발명에 따른 광경로 설정기(4pr)를 양방향 광전송장치에 사용되는 광증폭기(BA)의 중간단에 삽입하여 다중반사를 억제하기 위한 구성의 일 예를 나타낸 것으로, 광경로 설정기(4pr)의 단자(1)와 단자(4)를 연결한다.

<150> 그러면 본 발명에 따른 광경로 설정기(4pr)의 구성원리에 따라 단자(2)에서 단자(3)로는 좌측에서 우측으로 진행하는 그룹(C그룹)의 광파만 전달되고, 단자(3)에서 단자

(4,1)를 거쳐 단자(2)로는 우측에서 좌측으로 진행하는 그룹(D그룹)의 광파만 전달된다.

<151> 그리고 단자(2)에 입력되는 어떠한 광파도 단자(1)와 단자(4)를 거쳐 단자(3)에 전달되지 못하며, 단자(3)에 입력된 어떠한 광파도 단자(4)와 단자(1)를 거치지 않고 단자(2)로 직접 전달되지 못한다.

<152> 따라서 양방향으로 진행되는 광파들이 광섬유(10)나 광소자 등에서 반사되더라도 광증폭기(BA)의 중간단에 사용된 광경로 설정기(4pr)에 의해 다중반사가 억제된다.

<153> 따라서 본 발명에 따른 광경로 설정기(4pr)를 양방향 광통신을 위한 광증폭기(BA)와 함께 사용할 경우, 다중반사를 효과적으로 억제할 수 있다.

<154> 도 28은 본 발명에 따른 광경로 설정기(4pr)를 이용하여 양방향 광신호의 애드/드롭 장치를 구현한 것으로서, 단자(4)와 단자(1)에 단방향 광전송장치에 사용되는 일반적인 애드/드롭 모듈의 입력 단자와 출력 단자를 연결하면 우측에서 좌측으로 진행하는 광파를 애드/드롭할 수 있다.

<155> 즉, 단자(4)에 역다중화기(D)의 입력 단자를 연결하고 단자(1)에 다중화기(M)의 출력 단자를 연결하여 역다중화(D)기의 출력 단자와 다중화기(M)의 입력 단자 사이에 2 x 2 광스위치(Sw)를 연결하되, 광스위치(Sw)의 다른 두 단자에 각각 수신기(RX)와 송신기(TX)를 연결하면, 원하는 파장의 신호를 드롭하거나 애드할 수 있다.

<156> 이 경우에도 광경로 설정기(4pr)의 각 단자(1,2,3,4) 사이의 광파 전달 특성에 의해 다중반사는 억제된다.

<157> 따라서 본 발명에 따른 광경로 설정기(4pr)를 이용하여 다중반사를 억제하면서 양방향으로 진행하는 광파 중 단자(3)에 입력되어 단자(2)로 전달되는 광파를 파장별로 역

다중화한 후 원하는 신호만 드롭하거나 애드할 수 있도록 구성할 수 있는 광파의 분기/결합 장치를 구현할 수 있다.

<158> 상기한 원리를 이용하여 광경로 설정기(4pr)를 대칭적으로 구성하면 우측에서 좌측으로 전달되는 광파를 분기/결합할 수 있는 것으로, 광경로 설정기(4pr) 내에서 좌측에서 우측으로 통과하는 C그룹의 광파가 통과하는 경로와 우측에서 좌측으로 전달되는 D그룹의 광파가 통과하는 경로가 서로 바뀌도록 광경로 설정기(4pr)를 구현하면 C그룹의 광파도 분기/결합할 수 있다.

<159> 또 이 두 광경로 설정기(4pr)를 연결해서 구성하면, 한 중간노드에서 좌측에서 우측으로 진행하는 C그룹의 광파와, 우측에서 좌측으로 진행하는 D그룹의 광파를 동시에 분기/결합할 수 있다.

【발명의 효과】

<160> 이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명에 따른 4단자 파장선택 광경로 설정기는 하나의 광섬유를 통해 광신호를 전달하는 파장분할 다중방식 양방향 광전송에 사용될 수 있는 것으로, 광파의 양방향 전송에 제한요인이 되는 다중반사를 억제할 수 있고 양방향으로 진행하는 광파를 효과적으로 분리하거나 결합할 수 있어 양방향 광신호 전달을 용이하게 할 뿐만 아니라 궁극적으로 비용절감을 기대할 수 있는 효과가 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

4단자(1,2,3,4)로 구성되어 3개의 단자쌍((1,2),(2,3),(3,4)) 사이에 광파의 연결 통로가 존재하며, 하나 또는 파장이 다른 둘 이상의 광파로 구성된 한 그룹(A그룹)의 광파와 이를 제외한 하나 또는 파장이 다른 둘 이상의 광파로 구성된 다른 한 그룹(B그룹)의 광파가 양방향으로 진행할 때,

단자 (2)에는 A그룹의 광파가 입력되고 B그룹의 광파가 출력되며,

단자(3)에는 B그룹의 광파가 입력되고 A그룹의 광파가 출력되며,

단자 (2)와 단자(3) 사이에는 단자(2)로 입력된 A그룹의 광파만 단자(3)로 전달되고, 반대방향으로는 전달되는 광파가 차단되며,

단자(1)와 단자(2) 사이와, 단자(3)와 단자(4) 사이는 B그룹 또는 A 및 B그룹의 모든 광파가 전달되지만, 단자(1)와 단자(2) 사이와, 단자(3)와 단자(4) 사이는 동시에 A 및 B그룹의 광파가 전달되지 않으며,

단자 (1)와 단자(2) 사이와, 단자(3)와 단자(4) 사이에는 양방향 광파가 전달되지만, 둘 중 적어도 하나는 단자(1)에서 단자(2) 또는 단자(3)에서 단자(4)의 방향으로만 광파가 전달되며,

각 단자(1,2,3,4)에 입력된 광파는 동시에 2 개 이상의 단자로 전달되지 않는 것을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광경로 설정기.

【청구항 2】

청구항 1에 있어서,

단자(1)에서 단자(2)로는 B그룹의 광파가 전달되고,
단자 (2)에서 단자(3)로는 A그룹의 광파가 전달되고,
단자(3)에서 단자(4)로는 B그룹의 광파가 전달되며,
나머지 단자들 사이에는 광파가 전달되지 않음을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광
경로 설정기.

【청구항 3】

청구항 1에 있어서,
단자 (1)에서 단자(2)로는 B그룹의 광파가 전달되고,
단자(2)에서 단자(1)로는 B그룹의 광파가 전달되고,
단자 (2)에서 단자(3)로는 A그룹의 광파가 전달되고,
단자(3)에서 단자(4)로는 B그룹의 광파가 전달되며,
나머지 단자들 사이에는 광파가 전달되지 않음을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광
경로 설정기.

【청구항 4】

청구항 1에 있어서,
단자 (1)에서 단자(2)로는 B그룹의 광파가 전달되고,
단자(2)에서 단자(3)로는 A그룹의 광파가 전달되고,
단자 (3)에서 단자(4)로는 B그룹의 광파가 전달되고,
단자(4)에서 단자(3)로는 B그룹의 광파가 전달되며,

나머지 단자들 사이에는 광파가 전달되지 않음을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광 경로 설정기.

【청구항 5】

청구항 1에 있어서,

단자 (1)에서 단자(2)로는 A와 B그룹의 광파가 전달되고,

단자(2)에서 단자(3)로는 A그룹의 광파가 전달되고,

단자 (3)에서 단자(4)로는 B그룹의 광파가 전달되며,

나머지 단자들 사이에는 광파가 전달되지 않음을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광 경로 설정기.

【청구항 6】

청구항 1에 있어서,

단자 (1)에서 단자(2)로는 A와 B그룹의 광파가 전달되고,

단자(2)에서 단자(3)로는 A그룹의 광파가 전달되고,

단자 (3)에서 단자(4)로는 B그룹의 광파가 전달되고,

단자(4)에서 단자(3)로는 B그룹의 광파가 전달되며,

나머지 단자들 사이에는 광파가 전달되지 않음을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광 경로 설정기.

【청구항 7】

청구항 1에 있어서,

단자 (1)에서 단자(2)로는 B그룹의 광파가 전달되고,

단자(2)에서 단자(3)로는 A그룹의 광파가 전달되고,

단자(3)에서 단자(4)로는 A와 B그룹의 광파가 전달되며,

나머지 단자들 사이에는 광파가 전달되지 않음을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광
경로 설정기.

【청구항 8】

청구항 1에 있어서,

단자 (1)에서 단자(2)로는 B그룹의 광파가 전달되고,

단자(2)에서 단자(1)로는 B그룹의 광파가 전달되고,

단자 (2)에서 단자(3)로는 A그룹의 광파가 전달되고,

단자(3)에서 단자(4)로는 A와 B그룹의 광파가 전달되며,

나머지 단자들 사이에는 광파가 전달되지 않음을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광
경로 설정기.

【청구항 9】

청구항 1에 있어서,

단자 (1)에서 단자(2)로는 B그룹의 광파가 전달되고,

단자(2)에서 단자(3)로는 A그룹의 광파가 전달되고,

단자 (3)에서 단자(4)로는 A와 B그룹의 광파가 전달되고,

단자(4)에서 단자(3)로는 A와 B그룹의 광파가 전달되고,

나머지 단자들 사이에는 광파가 전달되지 않음을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광
경로 설정기.

【청구항 10】

4단자(1,2,3,4)로 구성되어,

입사되는 하나의 광파를 쇄교하는 편광상태를 가진 두개의 광파로 분리하고, 다른 경로에서 입사된 쇄교하는 편광상태를 가진 두개의 광파를 동일경로의 하나의 광파로 결합하는 첫번째 편광 분리/결합 수단,

입사되는 광파의 편광상태와 전파 방향에 따라 광파의 진행 경로를 달리하는 첫번째 경로 결정 수단,

입사되는 광파의 편광상태와 전파 방향에 따라 광파의 진행 경로를 달리하는 두번째 경로 결정 수단,

입사되는 하나의 광파를 쇄교하는 편광상태를 가진 두개의 광파로 분리하고, 다른 경로에서 입사된 쇄교하는 편광상태를 가진 두개의 광파를 동일경로의 하나의 광파로 결합하는 두번째 편광 분리/결합 수단,

상기 첫번째 편광 분리/결합 수단과 상기 첫번째 경로 결정 수단 사이에 설치되는 서로 쇄교하는 편광을 가진 두 광파의 편광을 서로 평행하게 하거나 두개의 서로 평행한 편광을 가진 두 광파의 편광을 서로 쇄교하게 하는 첫번째 편광 회전 수단,

상기 첫번째 경로 결정 수단과 상기 두번째 경로 결정 수단 사이에 설치되는 입사 광파의 위치에 따라 미리 정해진 파장의 광파만 선택적으로 통과시키는 파장선택 필터(WF),

및 상기 두번째 경로 결정 수단과 두번째 편광 분리/결합 수단 사이에 설치되는 서로 쇄교하는 편광을 가진 두 광파의 편광을 서로 평행하게 하거나 두개의 서로 평행한

편광을 가진 두 광파의 편광을 서로 쇄교하게 하는 첫번째 편광 회전 수단으로 구성되며

상기 첫번째 편광 분리/결합 수단, 상기 첫번째 경로 결정 수단, 상기 두번째 경로 결정 수단, 그리고 상기 두번째 편광/분리 결합 수단이 미리 정해진 간격에 따라 입사되는 광파의 전파 방향에 의해 배치됨을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광경로 설정기.

【청구항 11】

청구항 10에 있어서,

상기 편광 분리/결합 수단은 이상파의 워크-어프 방향이 평행하도록 배치된 편광 분리기(BC1,BC4)로 구성되고,

상기 경로 결정 수단은 이상파의 워크-어프 방향이 상기 편광 분리/결합 수단에서의 이상파 워크-어프 방향과 수직하도록 배치된 편광 분리기(BC2,BC3)로 구성되고,

상기 편광 회전 수단은 입사광의 전파 방향에 따라 배치된 가역편광 회전자(RR1,RR2)와 비가역편광 회전자(FR1,FR2)로 구성되어 가역편광 회전자(RR1,RR2)는 회전 방향이 서로 반대인 두개의 회전자(PAR,NAR)로 구성되며,

상기 파장선택 필터(WF)는 상기 경로 결정 수단에서의 이상파 워크-어프 방향과 평행한 세개의 필터(WF1,WF2,WF3)의 결합으로 구성됨을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광경로 설정기.

【청구항 12】

청구항 11에 있어서,

상기 필터(WF1,WF2,WF3)중 중간단에 위치한 필터(WF2)는 특정 대역의 광파를 통과 시키거나 차단하는 대역통과 필터이고,

다른 두 필터(WF1,WF3)중 적어도 한 필터의 차단대역 및 통과대역은 중간단에 위치한 대역통과 필터의 통과대역 및 차단대역과 각각 일치하며,

상기 중간단에 위치한 필터(WF2)의 통과 대역 및 차단대역과 일치하지 않는 필터는 상기 중간단에 위치한 필터(WF2)의 통과대역과 차단대역 모두를 통과대역으로 함을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광경로 설정기.

【청구항 13】

청구항 11에 있어서,

상기 필터(WF1,WF2,WF3)중 중간단에 위치한 필터(WF2)는 통과대역과 차단대역이 각각 일정주기로 반복되며, 통과대역과 차단대역의 주기의 반만큼 차이가 나는 콤(Comb) 필터이고,

다른 두 필터(WF1,WF3)중 적어도 한 필터의 차단대역 및 통과대역은 중간단에 위치한 대역 통과 필터의 통과대역 및 차단대역과 각각 일치하며,

상기 중간단에 위치한 필터(WF2)의 통과대역 및 차단대역과 일치하지 않는 필터는 상기 중간단에 위치한 필터(WF2)의 통과대역과 차단대역 모두를 통과대역으로 함을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광경로 설정기.

【청구항 14】

4단자(1,2,3,4)로 구성되어,

하나의 입력(a), 출력(c), 입/출력 단자(b)를 가진 하나의 광 써큘레이터(Cir)와,

두개의 입력/출력 단자(d,f)와 하나의 공통 입/출력 단자(e)를 가진 하나의 파장선택 결합기(WSC)로 구성되며,

상기 광 써큘레이터(Cir)의 입력 단자(a)는 단자(1)에, 상기 광 써큘레이터(Cir)의 입/출력 단자(b)는 단자(2)에, 상기 광 써큘레이터(Cir)의 출력단자(c)는 상기 파장선택 결합기(WSC)의 한 입/출력 단자(d)에, 상기 파장선택 결합기(WSC)의 공통 입/출력 단자(e)는 단자(3)에 연결되고,

상기 파장선택 결합기(WSC)의 다른 한 입력/출력 단자(f)는 단자(4)에 연결됨을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광경로 설정기.

【청구항 15】

4단자(1,2,3,4)로 구성되어,

두개의 입력/출력 단자((d,f),(d'f'))와 하나의 공통 입/출력 단자(e,e')를 가진 두개의 파장선택 결합기(WSC,WSC1)와, 하나의 입력(g,g'), 출력 단자(h,h')를 가진 두개의 광단향관(Iso1,Iso2)으로 구성되며,

상기 광단향관(Iso2)의 입력 단자(g')는 단자(1)에, 광단향관(Iso2)의 출력 단자(h')는 파장선택 결합기(WSC1)의 한 입력/출력 단자(f')에, 상기 파장선택 결합기(WSC1)의 공통 입/출력 단자(e')는 단자(2)에, 상기 파장선택 결합기(WSC1)의 다른 입력/출력 단자(d')는 다른 광단향관(Iso1)의 입력 단자(g)에, 상기 광단향관(Iso1)의 출력 단자(h)는 다른 파장선택 결합기(WSC)의 하나의 입력/출력 단자(d)에, 상기 파장선택 결합기(WSC)의 공통 입/출력 단자(e)는 단자(3)에 연결되고,

상기 파장선택 결합기(WSC)의 다른 입력/출력 단자(f)는 단자(4)에 연결됨을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광경로 설정기.

【청구항 16】

4단자(1,2,3,4)로 구성되어,

두개의 입력/출력 단자((d,f),(d'f'))와 하나의 공통 입/출력 단자(e,e')를 가진 두개의 파장선택 결합기(WSC,WSC1)와, 하나의 입력(g,g'), 출력 단자(h,h')를 가진 두개의 광단향관(Iso1,Iso2)으로 구성되며,

하나의 파장선택 결합기(WSC1)의 입력/출력 단자(f')는 단자(1)에, 상기 파장선택 결합기(WSC1)의 공통 입/출력 단자(e')는 단자(2)에, 상기 파장선택 결합기(WSC1)의 입력/출력 단자(d')는 광단향관(Iso1)의 입력 단자(g)에, 상기 광단향관(Iso1)의 출력 단자(h)는 다른 파장선택 결합기(WSC)의 입력/출력 단자(d)에, 상기 파장선택 결합기(WSC)의 공통 입/출력 단자(e)는 단자(3)에, 상기 파장선택 결합기(WSC)의 입력/출력 단자(f)는 다른 광단향관(Iso2)의 입력 단자(g')에 연결되고,

상기 광단향관(Iso2)의 출력 단자(h')는 단자(4)에 연결됨을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광경로 설정기.

【청구항 17】

4단자(1,2,3,4)로 구성되어,

두개의 입력/출력 단자(d',f')와 하나의 공통 입/출력 단자(e')를 가진 하나의 파장선택 결합기(WSC1)와, 하나의 입력(a'), 출력(c'), 입/출력 단자(b')를 가진 하나의 광써클레이터(Cir1)로 구성되며,

상기 파장선택 결합기(WSC1)의 한 입력/출력 단자(f')는 단자(1)에, 상기 파장선택 결합기(WSC1)의 공통 입/출력 단자(e')는 단자(2)에, 상기 파장선택 결합기(WSC1)의 다른 입력 출력 단자(d')는 광 써큘레이터(Cir1)의 입력 단자(a')에, 상기 광 써큘레이터(Cir1)의 입/출력 단자(b')는 단자(3)에 연결되고,

상기 광 써큘레이터(Cir1)의 출력 단자(c')는 단자(4)에 연결됨을 특징으로 하는 4 단자 파장선택 광경로 설정기.

【청구항 18】

청구항 14 내지 청구항 17중 어느 한 항에 있어서,

상기 파장선택 결합기(WSC, WSC1)는 두개의 입력/출력 단자((d, f), (d', f'))로 입력되는 서로 다른 파장을 가진 광파를 하나의 공통 입/출력단자(e, e')로 결합하거나, 공통 입/출력단자(e, e')로 입력되는 서로 다른 파장의 광파를 두개의 입력/출력 단자((d, f), (d', f'))로 분리하는 파장 다중화기인 것을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광경로 설정기.

【청구항 19】

청구항 14 내지 청구항 17중 어느 한 항에 있어서,

상기 파장선택 결합기(WSC, WSC1)는 두개의 입력/출력 단자((d, f), (d', f'))로 입력되는 서로 다른 파장의 인접한 광파를 하나의 공통 입/출력단자(e, e')로 결합하거나, 공통 입/출력단자(e, e')로 입력되는 광파를 인접한 광파별로 교대로 두 그룹의 광파로 구분하여 두개의 입력/출력 단자((d, f), (d', f'))로 분리하는 파장 교대 분리/결합기인 것을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광경로 설정기.

【청구항 20】

4단자(1,2,3,4)로 구성되어,

하나의 입력(a,a'), 출력(c,c') 입/출력 단자(b,b')를 가진 두개의 광
써큘레이터(Cir,Cir1)와, 하나의 입력 단자(j,j')와 출력 단자(k,k')를 가지고 통과대역
과 차단대역이 다른 두개의 광필터(Fil1,Fil2)로 구성되며,

광 써큘레이터(Cir)의 입력 단자(a)는 단자(1)에, 상기 광 써큘레이터(Cir)의 입/
출력 단자(e)는 단자(2)에, 상기 광 써큘레이터(Cir)의 출력 단자(c)는 광필터(Fil1)의
입력 단자(j)에, 상기 광필터(Fil1)의 출력 단자(k)는 다른 광 써큘레이터(Cir1)의 입력
단자(a')에, 상기 광 써큘레이터(Cir1)의 입/출력 단자(b')는 단자(3)에, 상기 광 써큘
레이터(Cir1)의 출력 단자(c')는 다른 광필터(Fil2)의 입력 단자(j')에 연결되고,

상기 광필터(Fil2)의 출력 단자(k')는 단자(4)에 연결됨을 특징으로 하는 4단자 파
장선택 광경로 설정기.

【청구항 21】

청구항 20에 있어서,

상기 광필터(Fil1,Fil2)는 특정대역의 광신호를 통과시키고, 나머지 대역의 광신호
는 차단하는 대역통과 필터로서 한 필터의 통과대역 및 차단대역은 다른 필터의 차단대
역 및 통과대역과 일치됨을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광경로 설정기.

【청구항 22】

청구항 20에 있어서,

상기 광필터(Fil1,Fil2)는 통과대역과 차단대역이 일정주기로 반복되고 통과대역과

차단대역의 파장이 주기의 반만큼 다른 콤(comb) 필터로서, 한 필터의 통과대역 및 차단대역은 다른 필터의 차단대역 및 통과대역과 일치됨을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광경로 설정기.

【청구항 23】

청구항 1에 있어서,

상기 단자(1)와 단자(4)가 연결되어,

단자(2)에 입력되어 단자(3)로 전달되는 광파는 단자(3)에서 단자(2)로 전달되지 못하고, 단자(3)에 입력되어 단자(2)로 전달되는 광파는 단자(2)에서 단자(3)로 전달되지 못하는 것을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광경로 설정기.

【청구항 24】

청구항 23에 있어서,

상기 단자(2)와 단자(3)에는 양방향으로 진행하는 광파를 동시에 증폭하는 광증폭기(BA)가 연결됨을 특징으로 하는 4단자 파장선택 광경로 설정기.

【청구항 25】

청구항 1의 광경로 설정기(4pr) 단자(4)에 입력 단자가 연결된 하나의 역다중화기(D)와,

상기 단자(1)에 출력 단자가 연결된 하나의 다중화기(M)와,

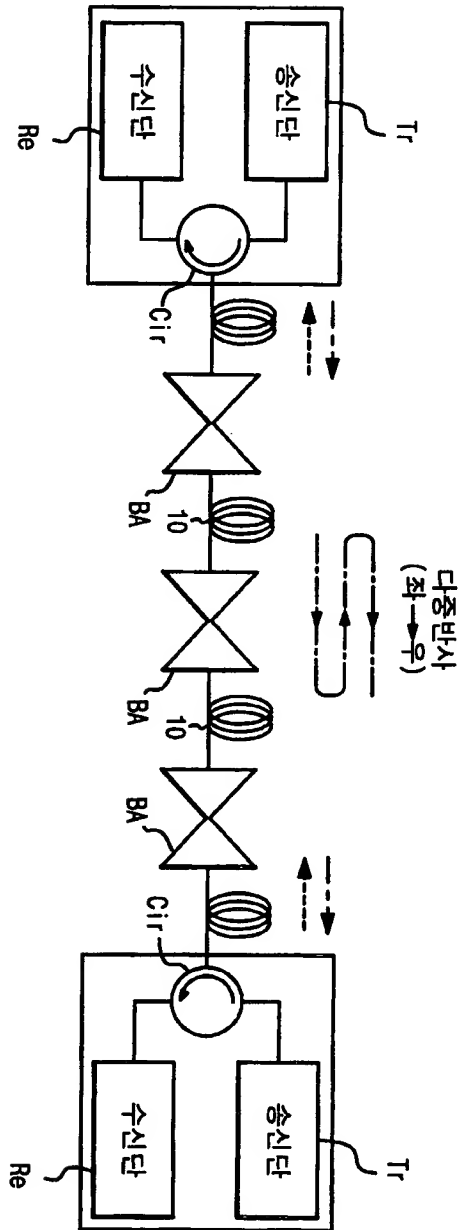
상기 역다중화기(D)의 출력 단자와 상기 다중화기(M)의 입력 단자 사이에 하나씩 연결된 2 x 2 광스위치(Sw)와,

상기 2 x 2 스위치(Sw)의 다른 한 단자에 연결된 수신기(RX)와,

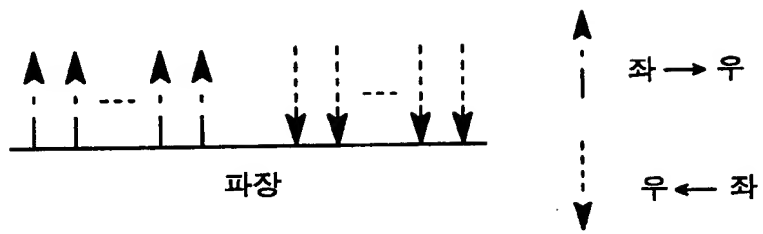
상기 2 x 2 스위치(Sw)의 또 다른 한 단자에 연결된 송신기(TX)를 포함하는 4단자
파장선택 광경로 설정기를 이용한 양방향 애드/드롭장치.

【도면】

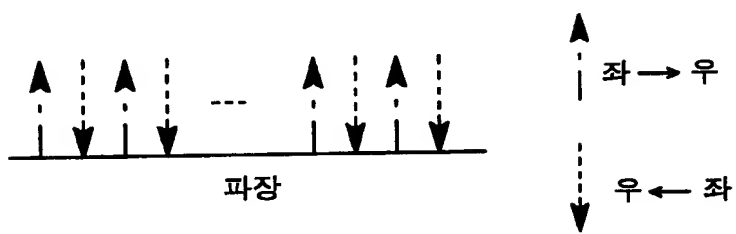
【도 1】



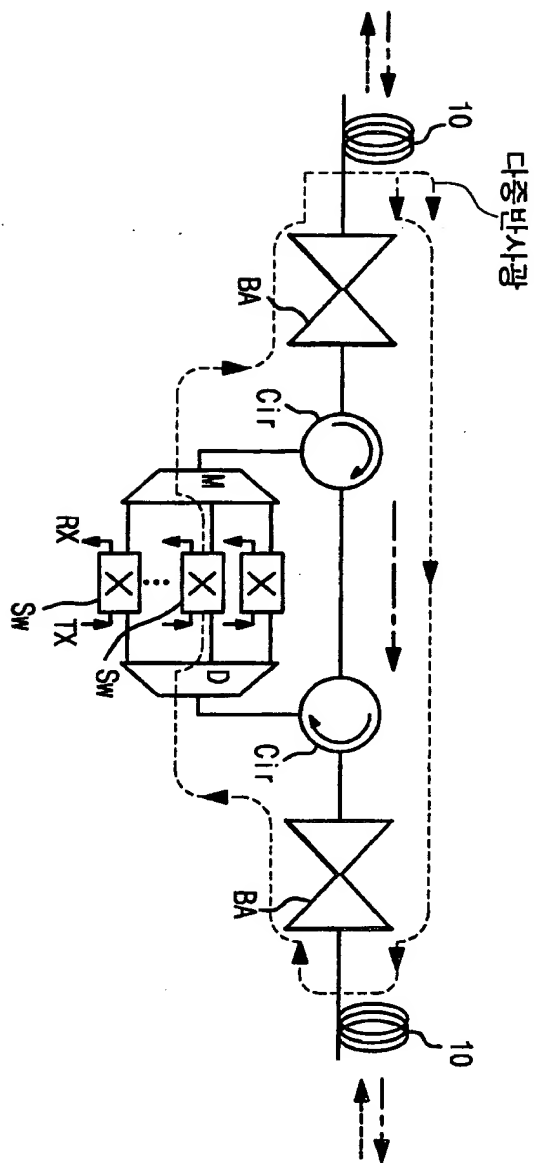
【도 2】



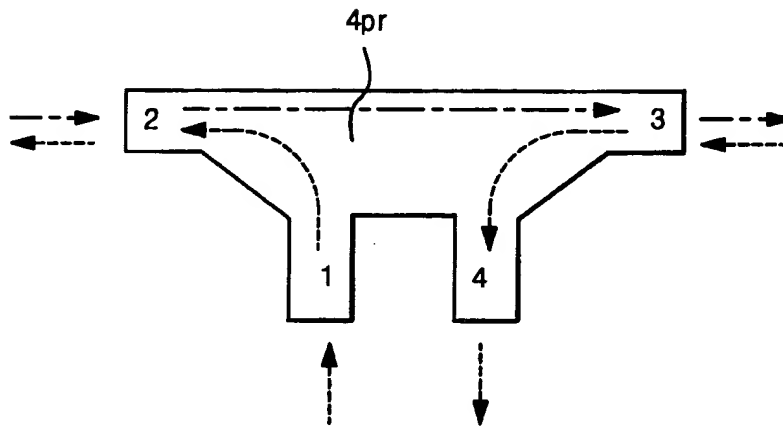
【도 3】



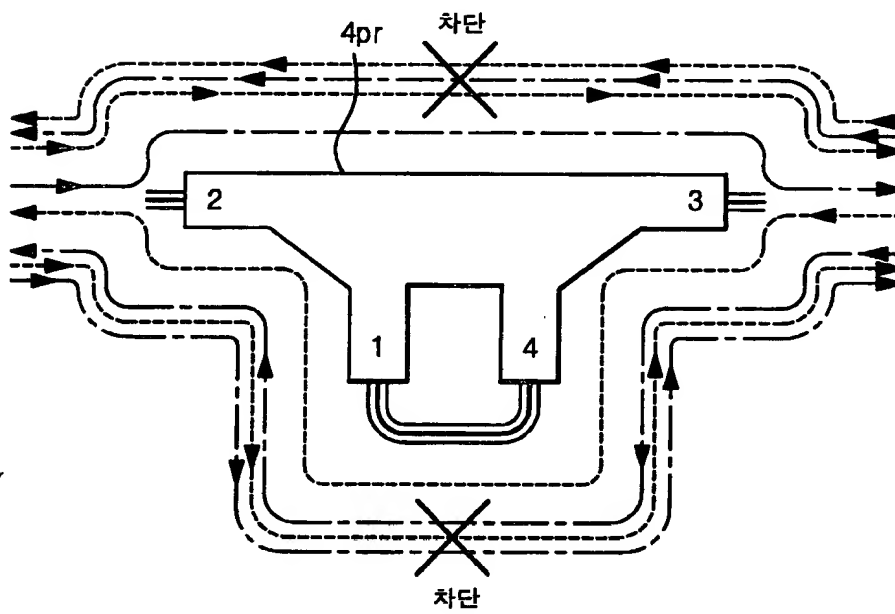
【도 4】



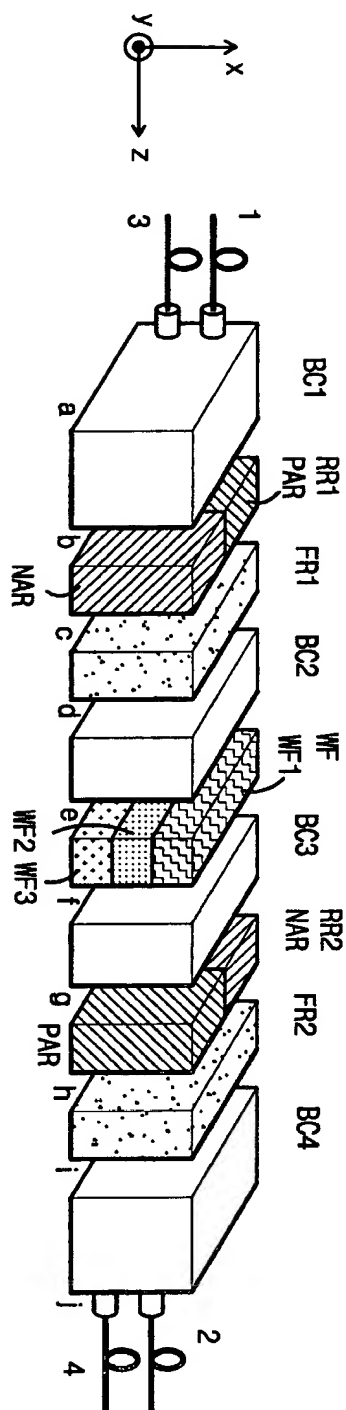
【도 5】



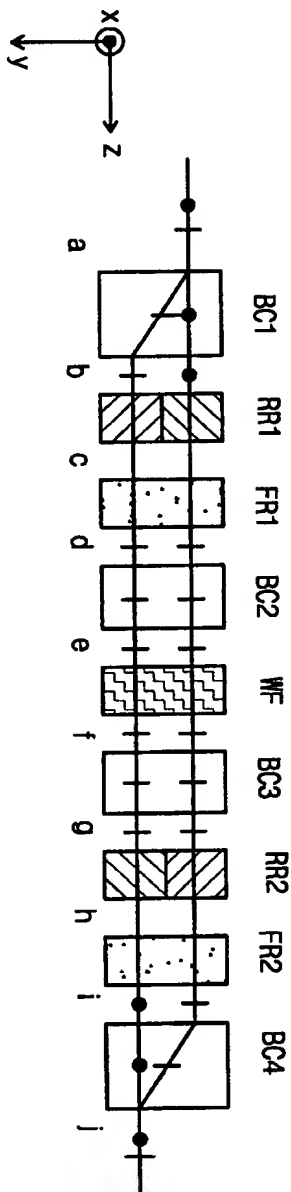
【도 6】



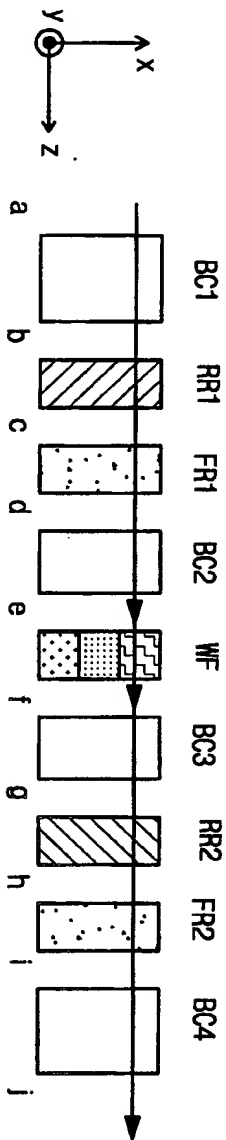
【도 7】



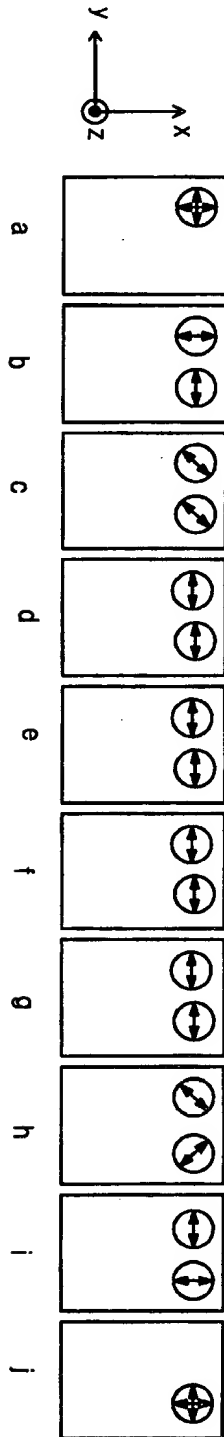
【도 8】



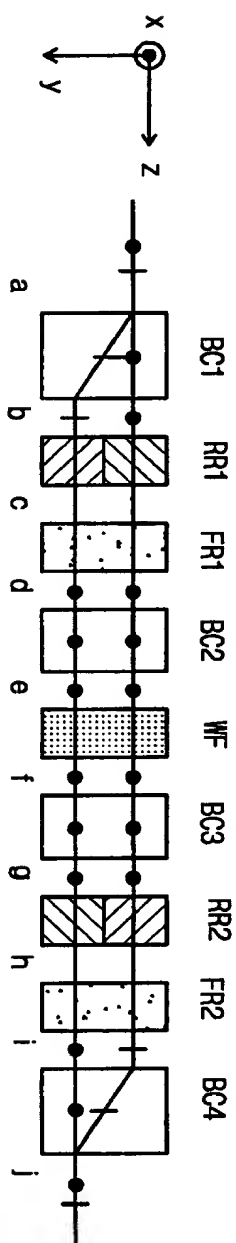
【도 9】



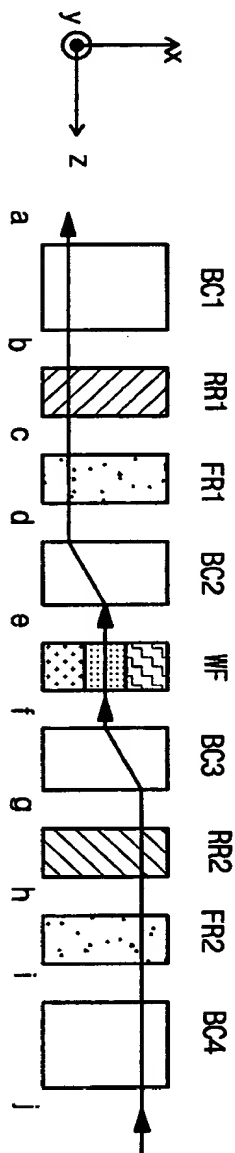
【도 10】



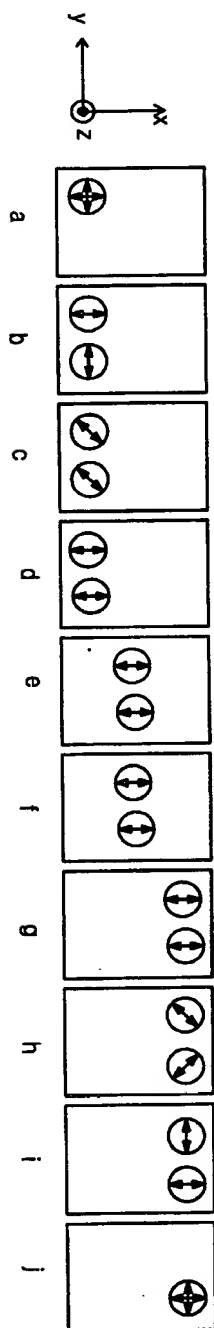
【도 11】



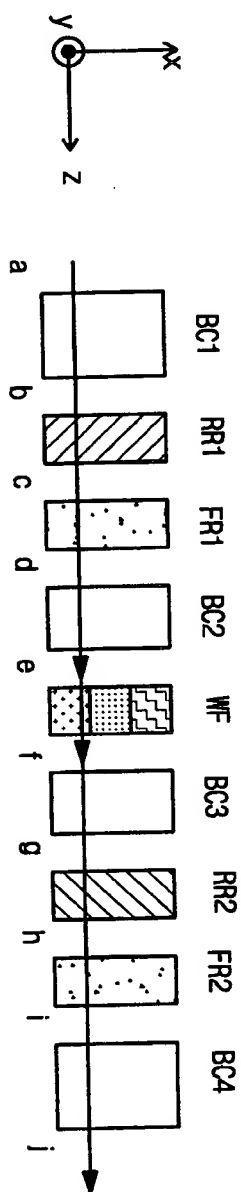
【도 12】



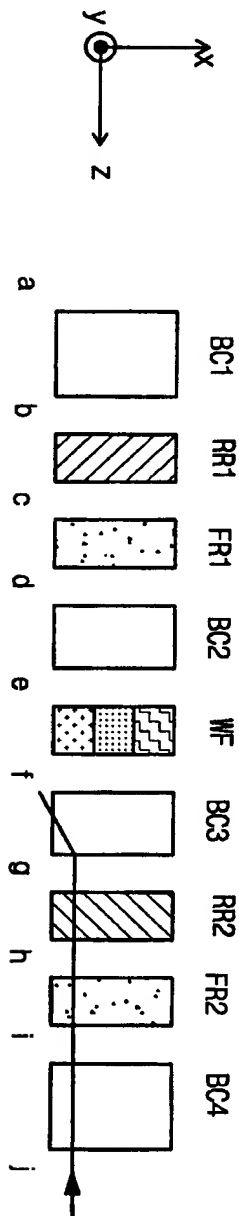
【図 13】



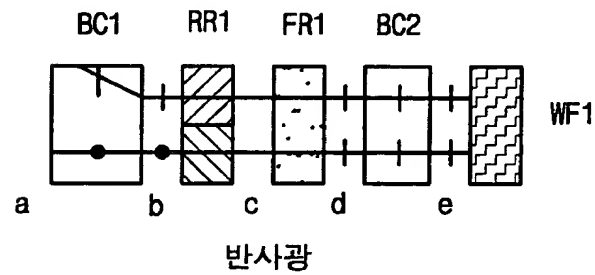
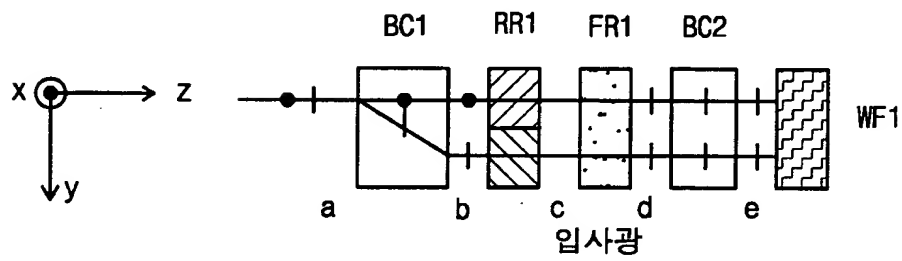
【図 14】



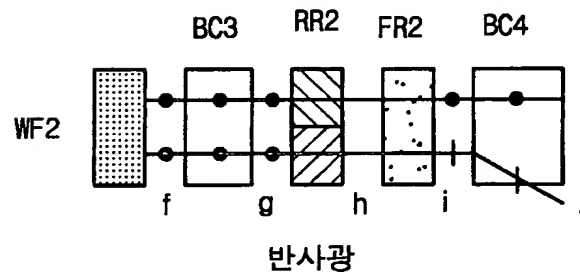
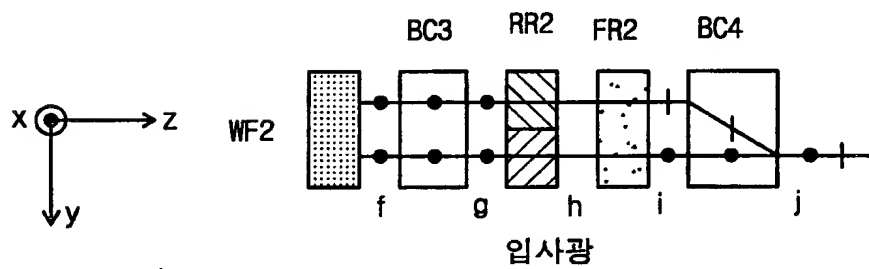
【도 15】



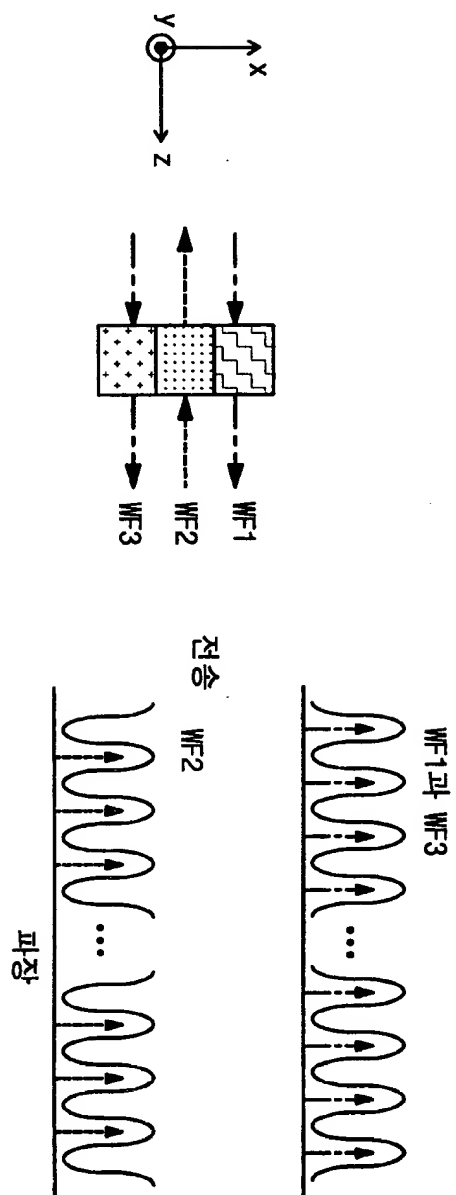
【도 16】



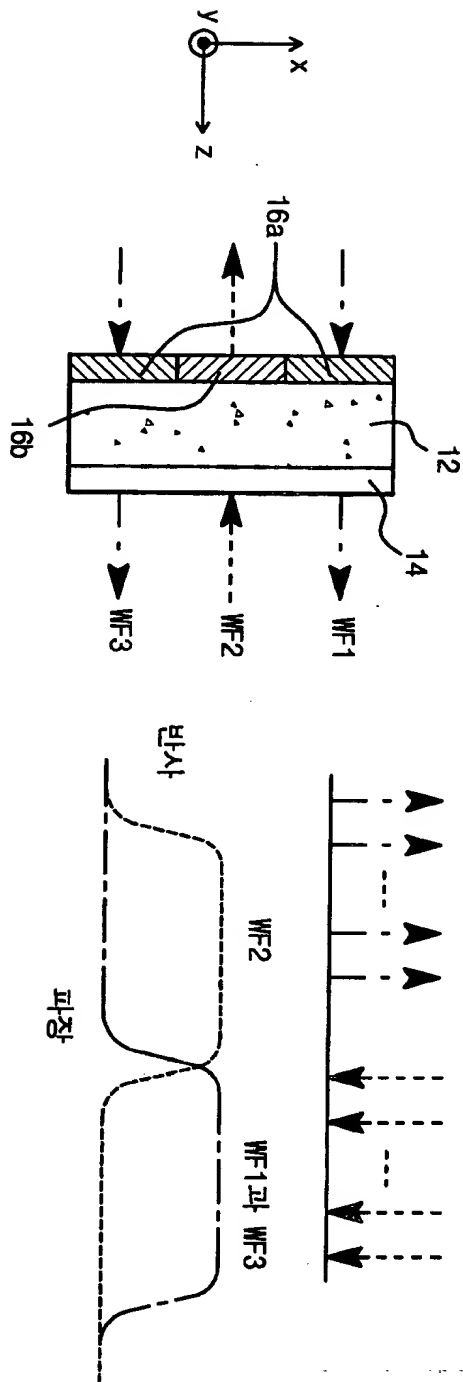
【도 17】



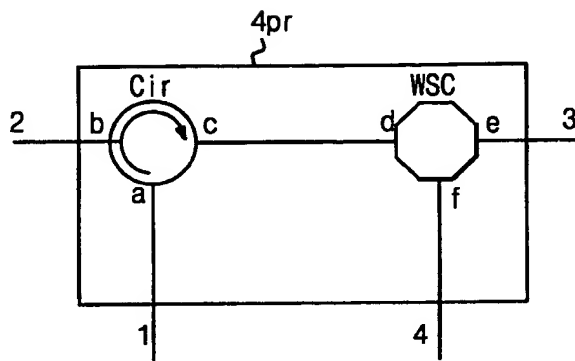
【도 18】



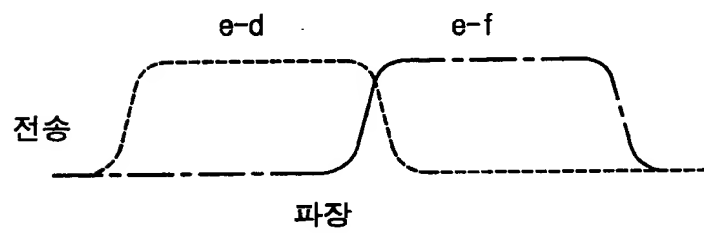
【도 19】



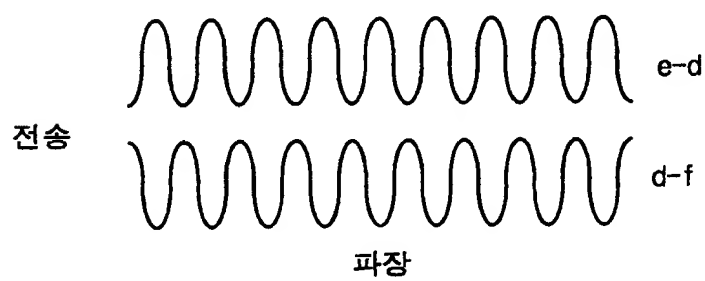
【도 20】



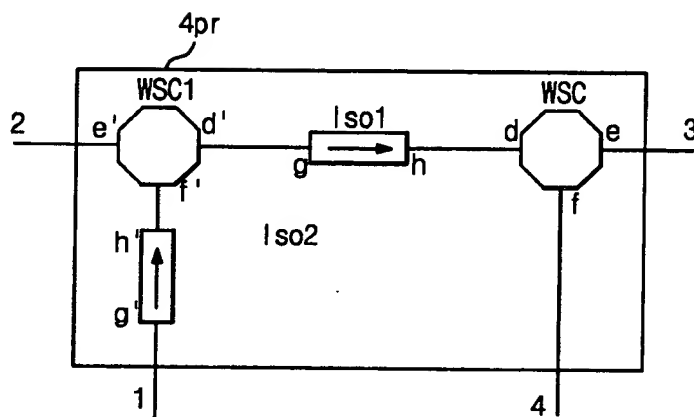
【도 21】



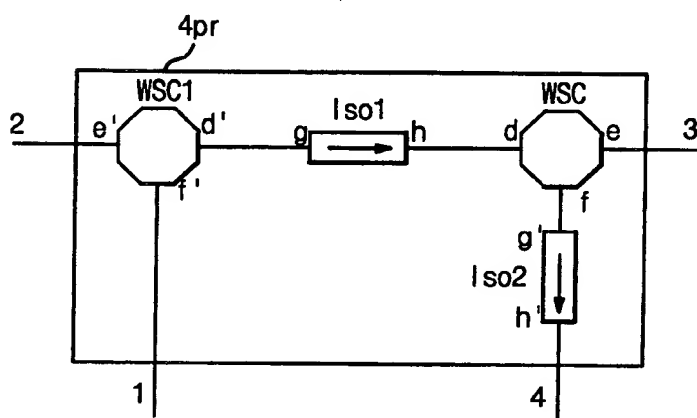
【도 22】



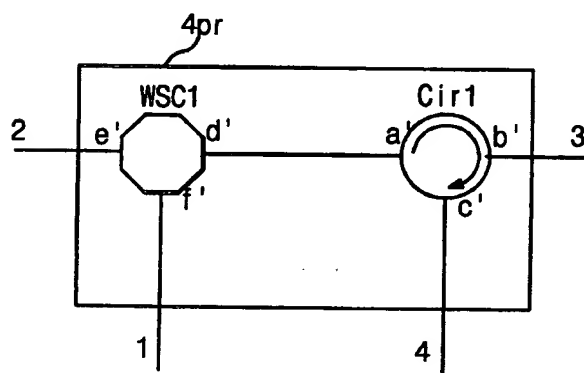
【도 23】



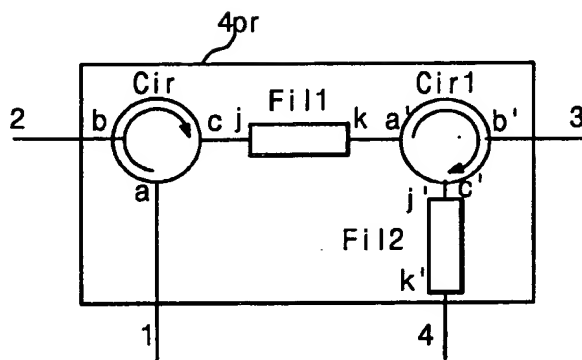
【도 24】



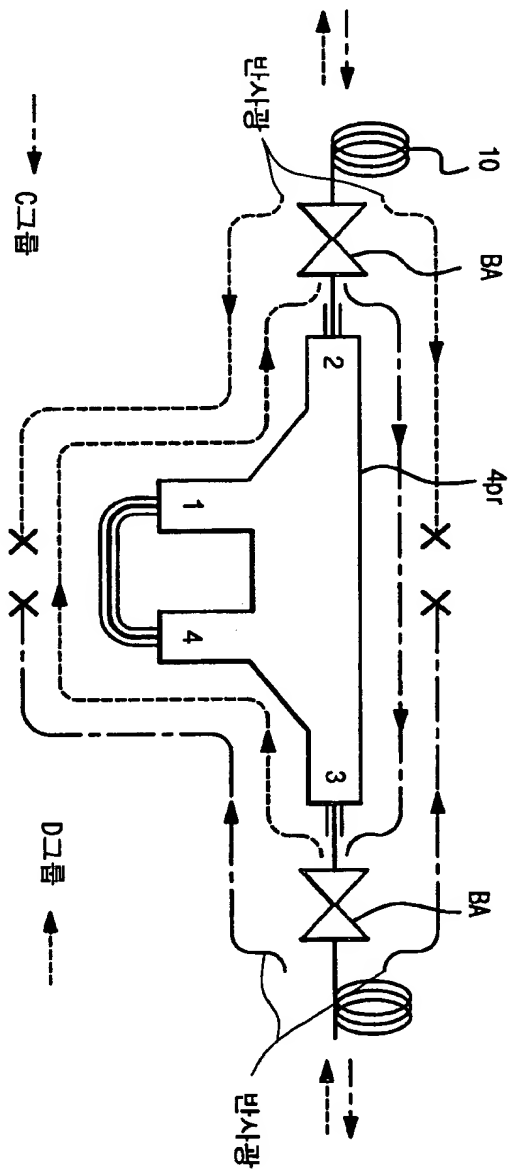
【도 25】



【도 26】



【도 27】



【도 28】

